

**RANCANG BANGUN CETAKAN BOTOL UKURAN 30ML
MODEL *BLOW* PADA MESIN *INJECTION MOLDING***

SKRIPSI

OLEH:

**MARTUA SANGAP SIAGIAN
18.813.0133**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/9/23

Access From (repository.uma.ac.id)18/9/23

HALAMAN JUDUL

RANCANG BANGUN CETAKAN BOTOL UKURAN 30ML MODEL *BLOW* PADA MESIN *INJECTION MOLDING*

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

OLEH:

MARTUA SANGAP SIAGIAN
NPM. 188130133

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area


Document Accepted 18/9/23

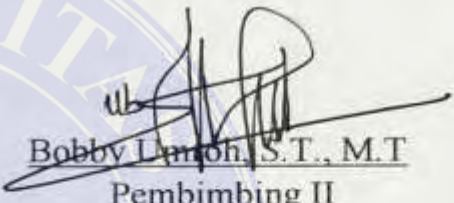
Access From (repository.uma.ac.id)18/9/23

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

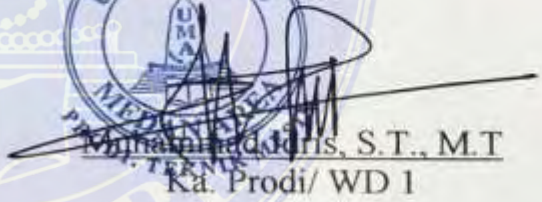
Judul Skripsi : Rancang Bangun Cetakan Botol Ukuran 30ml
Model *Blow* Pada Mesin *Injection Molding*
Nama Mahasiswa : Martua Sangap Siagian
NIM : 188130133
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing


Prof. Dr. Dadan Ramdan, M. Eng, M.Sc
Pembimbing I


Bobby Limon, S.T., M.T
Pembimbing II


DR. Rahmadsyah, S. Kom, M. Kom
Dekan


M. Hanihadi, S.T., M.T
Ka. Prodi/ WD 1

Tanggal Lulus: 21 Agustus 2023

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai sorma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA

ILMIAH

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Martua Sangap Siagian

NPM : 188130133

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Rancang Bangun Cetakan Botol Ukuran 30ml Model *Blow* Pada Mesin *Injection Molding*.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 21 Agustus 2023

Yang menyatakan



(Martua Sangap Siagian)

ABSTRAK

Saat ini, kebutuhan untuk menggunakan plastik dan kemajuan teknologi manufaktur untuk bahan itu sendiri mendorong permintaan masyarakat akan plastik, dan perkembangan teknologi semakin meningkatkan persaingan di segala bidang. bidang industri. Untuk saat ini, industri plastik harus mampu mengatasi masalah yang muncul. Menghasilkan produk yang berkualitas, tentunya sesuai dengan kebutuhan masyarakat. Oleh karena itu, industri plastik perlu meningkatkan produksi dari segi kualitas dan kuantitas. Dengan cara ini, plastik secara perlahan dapat menggantikan besi dan baja karena sifat mampu cetak yang baik dan ringan. Dalam penelitian ini, sebagai metode penelitian, kami menggunakan metode kuantitatif dengan melakukan survei, pengumpulan data dan penelitian lapangan terkait tema penelitian. Setelah data terkumpul, langkah selanjutnya adalah pembuatan alat uji.

Dari hasil fabrikasi cetakan, cetakan berbentuk botol 30 ml dengan dimensi 105 mm x 40 mm, saluran masuk \varnothing 6 mm, saluran keluar 3 mm, dan cetakan terbuat dari bahan alumunium. Cetakan ini disebut dengan sistem 3 *plate* dan cetakan terdiri dari 3 bagian utama yang di bagi menjadi 3 bagian.

Hasil cetakan yang baik dan ideal diperoleh dengan material HDPE (*High Density Polyethylene*) dengan parameter kecepatan injeksi 8 rpm dan temperatur 190 °C.

Kata kunci : Cetakan, Plastik, *Injeksi molding*, botol.

ABSTRACT

At present, the need to use plastics and advances in manufacturing technology for the materials themselves are driving social demand for plastics, and technological developments are intensifying competition in all fields. industrial field. For now, the plastics industry must be able to cope with the problems that arise. Producing quality products, of course, according to community requirements. Therefore, the plastics industry needs to increase production in terms of quality and quantity. In this way, plastic can slowly replace iron and steel due to its good moldability and light weight. In this research, as a research method, we adopt a quantitative method by survey, data collection and fieldwork related to the research theme. Once the data is collected, the next step in manufacturing test equipment is complete.

From the results of mold fabrication, the mold is in the shape of a 30 ml bottle with dimensions of 105 mm x 40 mm, inlet ϕ 6 mm, outlet channel 3 mm, and the mold is made of aluminium. This mold is called a 3-plate system and the mold consists of 3 main parts he divided into 3 parts.

Good and ideal molding results are obtained with HDPE material (High Density Polyethylene) with an injection speed parameter of 8 rpm and a temperature of 190 °C.

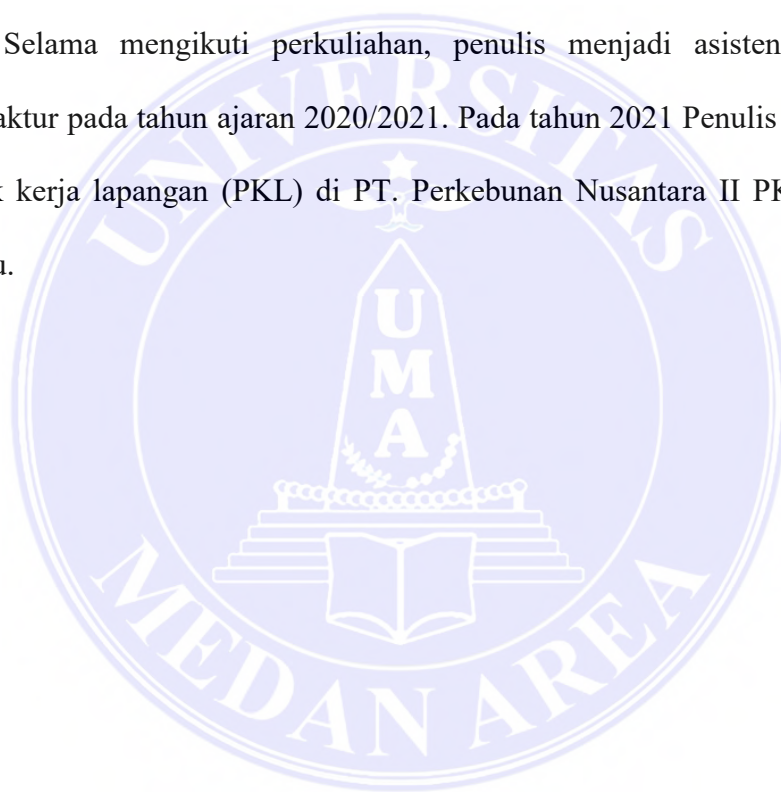
Keywords: Mold, Plastic, Injection molding, bottle.

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Batumoror Desa Dalihan Natolu Pada tanggal 05 Maret 1999 dari ayah Bangun Siagian dan ibu Rohani Panjaitan. Penulis merupakan putra keempat dari empat bersaudara.

Tahun 2017 Penulis lulus dari SMK Negeri 1 Balige dan pada tahun 2018 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis menjadi asisten mata kuliah Manufaktur pada tahun ajaran 2020/2021. Pada tahun 2021 Penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di PT. Perkebunan Nusantara II PKS Unit Pagar Merbau.

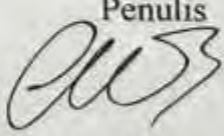


KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa yang memberikan berkat dan rahmat-Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah cetakan dengan judul “Rancang Bangun Cetakan Botol Ukuran 30ml Model *Blow* Pada Mesin *Injection Molding*”.

Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M. Eng, M.Sc dan Bapak Bobby Umroh, ST, MT selaku dosen pembimbing dan Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M. Eng, M.Sc yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada Pimpinan CV. Star Umroh Engineering dan jajarannya yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian. Ungkapan terimakasih juga disampaikan kepada ayah saya Bangun Siagian, ibu saya Rohani Panjaitan, serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir/skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan tugas akhir/skripsi ini. Penulis berharap tugas akhir/skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis

(Martua Sangap Siagian)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	I
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	II
HALAMAN PERNYATAAN	III
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIA	IV
ABSTRAK	V
RIWAYAT HIDUP	VII
KATA PENGANTAR	VIII
DAFTAR ISI.....	IX
DAFTAR TABEL	XI
DAFTAR GAMBAR	XII
DAFTAR LAMPIRAN.....	XIII
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Hipotesis Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Mesin <i>Injection Molding</i>	5
2.2 Cetakan Plastik	6
2.3 Desain Cetakan Injeksi.....	7
2.3.1 <i>Blow Molding</i>	8
2.3.2 Mekanisme Sistem Kerja <i>Blow Molding</i>	9
2.3.3 <i>Extrusion Blow molding</i>	13
2.3.4 <i>Stretch Blow Molding</i>	15
2.3.5 Perancangan <i>Mold</i>	16
2.3.6 <i>Part Thickness</i>	19
2.4 Klarifikasi Plastik Berdasarkan Jenis Golongan	19
2.4.1 Jenis <i>Thermoplastics</i>	21
2.5 Pemilihan Bahan <i>Mold</i>	22
2.5.1 Aluminium.....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	28
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	28
3.1.1 Tempat.....	28
3.1.2 Waktu	28
3.2 Peralatan Dan Bahan	29
3.2.1 Peralatan	29
3.2.2 Bahan.....	31
3.3 Metode Penelitian.....	33
3.4 Populasi Dan Sampel.....	33
3.5 Prosedur Penelitian.....	33
3.5.1 Diagram Alir Penelitian.....	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35

4.1	Hasil.....	35
4.1.1	Hasil Pembuatan Cetakan.....	35
4.1.2	Hasil Pengujian Cetakan.....	36
4.2	Proses Pengerjaan.....	37
4.2.1	Pengujian Cetakan.....	40
4.2.2	Langkah-Langkah Pengujian Terhadap Cetakan.....	41
4.2.3	Pengujian Cetakan.....	42
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....		45
5.1	Simpulan.....	45
5.2	Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....		47
LAMPIRAN.....		48



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Perbandingan <i>Specific Gravity</i> Material Thermoplastik	21
Tabel 2. 2. Temperatur Leleh Material Thermoplastik	22
Tabel 2. 3. Sifat Fisik Aluminium	25
Tabel 3. 1. Jadwal Kegiatan Penelitian	28
Tabel 4. 1. pengujian cetakan botol pada mesin <i>injection molding</i>	44



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Mesin Injeksi <i>Molding</i>	5
Gambar 2. 2. Cetakan atau <i>Mould</i>	7
Gambar 2. 3. Komponen yang digunakan pada desain <i>Blow Mold</i>	8
Gambar 2. 4. Proses <i>Blow Molding</i>	10
Gambar 2. 5. <i>Extruder</i>	11
Gambar 2. 6. <i>Mold Cavities Castrol Oil</i>	11
Gambar 2. 7. <i>Rising Vertical Press</i>	12
Gambar 2. 8. <i>Sliding Horizontal Moving Press</i>	12
Gambar 2. 9. Proses <i>Extrusion Blow Molding</i>	13
Gambar 2. 10. Tipe Akumulator	14
Gambar 2. 11. Proses <i>Stretch Blow Molding</i>	15
Gambar 2. 12. <i>PET Carbonated Beverage Bottles</i>	16
Gambar 2. 13. <i>Mold Cavity Dari Blow Molding</i>	17
Gambar 2. 14. Bagian-bagian Cetakan dari <i>Blow Molding</i>	17
Gambar 2. 15. Contoh <i>mold</i> yang tidak mengalami cacat di bagian dalam	18
Gambar 2. 16. Design <i>Mold</i> yang mempunyai ketebalan dinding yang sama	18
Gambar 2. 17. Proses Peniupan Preform	19
Gambar 2. 18. Klasifikasi Plastik Berdasarkan Fungsi Pokok	20
Gambar 2. 19. Aluminium	23
Gambar 3. 1. Kontruksi Mesin Bubut	29
Gambar 3. 2. Mesin Bor	29
Gambar 3. 3. Jangka Sorong	30
Gambar 3. 4. Kunci Set (<i>hand tool</i>)	30
Gambar 3. 5. Gerinda Duduk	31
Gambar 3. 6. Mesin <i>Injection Molding</i>	31
Gambar 3. 7. Aluminium Batangan	32
Gambar 3. 8. Baut 1 3mm	32
Gambar 3. 9. Diagram Alir Penelitian	34
Gambar 4. 1. Cetakan botol 30ml	35
Gambar 4. 2. Proses pengujian cetakan	36
Gambar 4. 3. Hasil dari proses pencetakan	36
Gambar 4. 4. Pengukuran Volume Botol	37
Gambar 4. 5. Rancangan cetakan botol 30ml	37
Gambar 4. 6. Proses Pemasangan Meja Pembagi	38
Gambar 4. 7. Meratakan Dimensi Cetakan Dengan Prosedur Miling Datar	38
Gambar 4. 8. Proses pembentukan cetakan botol	39
Gambar 4. 9. Pembuatan Alur Masuk dan Keluar	39
Gambar 4. 10. Proses Pembentukan Inti Botol 30ml (<i>core</i>)	40
Gambar 4. 11. Pengujian cetakan pada mesin cetak injeksi <i>moulding</i>	40
Gambar 4. 12. Pengujian I	42
Gambar 4. 13. Pengujian II	43
Gambar 4. 14. Pengujian III	43

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1: Gambar 2D Cetakan Botol Berukuran 30ml
- Lampiran 2: Gambar 3D Cetakan Botol Berukuran 30ml Dengan Posisi Terbuka
- Lampiran 3: Gambar 3D Cetakan Botol Berukuran 30ml Dengan Posisi Terpasang/Tertutup



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Plastik saat ini banyak diminati oleh masyarakat, alasannya adalah persaingan semakin ketat karena kemajuan teknologi, seperti kebutuhan untuk menggunakan plastik dan kemajuan teknologi manufaktur untuk bahan itu sendiri di segala sektor, hal ini juga berlaku pada bidang keindustrian. Saat ini, yang dibutuhkan oleh industri plastik adalah dapat menanggulangi permasalahan yang timbul, produk tersebut dibuat dengan kualitas tinggi, tentu saja, disesuaikan pula menurut permintaan publik. Sehingga industri plastik perlu meningkatkan produksi baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Plastik secara perlahan dapat menggantikan besi dan baja, sebab kemampuannya yang lebih baik dalam membentuk dan bobotnya yang lebih ringan (R. Ahvenainen 2003).

Dalam menciptakan sebuah barang berbahan plastik dengan bernilai jual, ditemukan beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, diantaranya yaitu mesin yang dipergunakan, seperti mesin *blow molding*, *injection molding*, *extrusion molding*. Dari berbagai mesin berikut, *blow molding* adalah yang paling umum dipakai. *Blow molding* adalah suatu proses pencetakan benda kerja berlubang dengan meniupkan udara ke dalam material dengan mempergunakan cetakan dengan bentuk dua bagian cetakan tanpa memakai bagian inti untuk pembentuk *cavity* (Andrady, A. L. 2003).

Mesin *blow moulding* adalah merupakan mesin yang mempunyai cara kerja mencetak dengan cara peniupan. Botol *preform* yang telah mengalami pemanasan

kemudian akan dimasukkan ke dalam *mold* (rongga cetakan) lalu diinjeksikan pada tekanan udara yang konstan, botol yang telah dibentuk sebelumnya tersebut dapat memuai dan hasilkan profile ataupun produk sesuai dengan yang diinginkan. Di dalam mesin *blow moulding* terdapat alat yang disebut alat *blow moulding* injeksi, dimana pada *blowing* injeksi ini terdapat sebuah perangkat alat yang disebut *injection tools* yang memiliki fungsi penting sebagai penyuntik atau penghembus udara yang bertekanan tinggi dari kompresor ke bentuk botol (Harper, C. A. 2006).

Pada peralatan injeksi, bahan yang diaplikasikan diharapkan memiliki sifat ringan dan daya tahan efek dari intensitas panas yang tinggi pada *preform* botol ($\pm 200^{\circ}\text{C}$). *Injection blow mold* yang dipasang pada mesin *blow moulding* tentu saja mempunyai ketahanan yang baik untuk menahan tekanan pada cetakan injeksi dan rongga cetakan. Oleh karena itu, dalam konstruksi alat cetak tiup injeksi dipilih beberapa material yang memiliki kekuatan yang sesuai dan juga mudah diperoleh di pasaran Indonesia dengan biaya yang relatif terjangkau (Krismasurya 2015).

Dalam proses *injection molding* terjadi proses multifungsi untuk menghasilkan beragam ukuran dan variasi bentuk produk yang dihasilkan dari material berbahan termoplastik dengan temperatur dan tekanan yang tinggi. Proses *injection molding* menyangkut proses mekanik dan termal dimana setiap proses akan mempengaruhi produk yang dihasilkan.

Berdasarkan keterangan di atas, maka diperlukan cetakan untuk mendukung proses kerja *injection molding*. Melihat banyaknya kebutuhan akan produk kemasan berbahan plastik, maka pembuatan cetakan botol 30ml menjadi salah satu hak yang langka dalam pengolahan plastik dengan mesin *injection molding*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan, maka ditemukan masalah yang berkaitan dengan penelitian ini. Adapun identifikasi masalah dan rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

- a. Seberapa besar potensi cetakan model *blow* pada *injection molding* untuk menghasilkan produk jadi berupa kemasan botol berukuran 30ml?
- b. Bagaimana kualitas material yang digunakan pada cetakan sehingga bisa membentuk botol ukuran 30ml dengan hasil yang baik?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, maka tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

- a. Merancang cetakan botol berukuran 30ml untuk proses kerja mesin *injection molding* bisa beroperasi dengan baik dan menghasilkan kemasan produk yang berkualitas.
- b. Mendeskripsikan proses pembuatan cetakan botol 30ml model *blow* pada mesin *injection molding*.
- c. Mendeskripsikan proses pengujian cetakan botol 30ml model *blow* pada mesin *injection molding*.

1.4 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian yang telah dipaparkan diatas, adapun hipotesis penelitian dalam penelitian ini adalah merancang dan membuat sebuah cetakan botol yang akan diterapkan pada mesin *injection*

molding. Dimana target utama yaitu memanfaatkan limbah plastik menjadi sebuah produk kemasan botol berukuran 30ml yang dapat dipakai kembali dan memiliki nilai jual.

1.5 Manfaat Penelitian

Jika penelitian ini mencapai hasil yang positif, maka akan diperoleh manfaat antara lain:

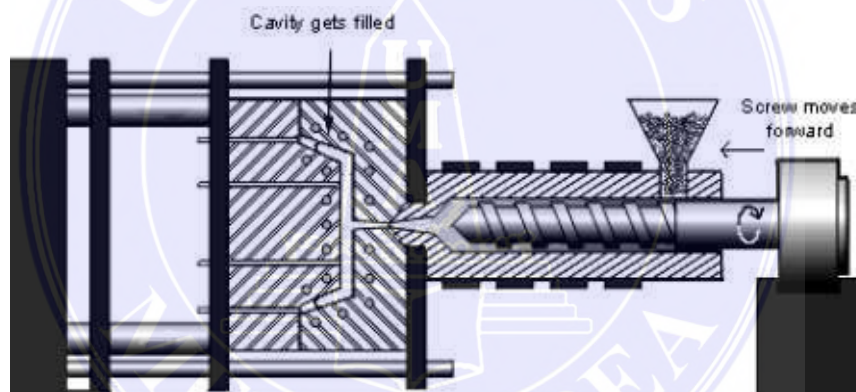
- a. Memperoleh hasil produksi dari mesin *injection molding* yang lebih efektif dan efisien.
- b. Menghasilkan sebuah produk berbentuk kemasan botol yang bisa digunakan ataupun dipasarkan dan memiliki nilai jual.
- c. Mengurangi polusi sampah plastik dengan mengolahnya menjadi sebuah kemasan produk yang bermanfaat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mesin Injection Molding

Injection molding adalah metode pembentukan material thermoplastik dimana material yang meleleh karena pemanasan diinjeksikan oleh plunger melalui nozzle mesin kedalam cetakan yang didinginkan oleh air dimana material plastik tersebut akan menjadi dingin dan mengeras sehingga bisa dikeluarkan dari cetakan dengan mudah, mengenai proses injection molding plastik tersebut seperti pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1. Mesin Injeksi *Molding* (Permana 2021)

Proses *injection molding* merupakan proses yang kompleks karena melibatkan beberapa langkah proses yang diawali dengan langkah pengisian material (*mold filling*) yaitu bahan plastik leleh akan mengalir dari unit injeksi melalui *sprue*, *runner*, *gate* dan masuk kedalam *cavity*. Bahan plastik yang ada di dalam *cavity* kemudian ditahan di dalam mold dibawah tekanan tertentu untuk menjaga adanya *shrinkage* selama produk mengalami pendinginan. Tekanan holding biasanya diberikan sampai bahan plastik di daerah *gate* membeku. Langkah penahanan material di dalam mold ini biasa disebut holding. Bahan

plastik tersebut akan mengalami proses pendinginan di dalam *mold* yang disebut dengan *cooling*. Langkah terakhir dari proses adalah pengeluaran produk (*part ejector*) yaitu *mold* membuka dan produk yang sudah membeku tadi didorong keluar dari *cavity* oleh *ejector* (Irawan, D. 2018).

2.2 Cetakan Plastik

Cetakan adalah alat penting dalam menghasilkan suatu produk dalam teknik cetak plastik sistem injeksi maupun sistem lainnya. Terdapat banyak faktor yang harus dipertimbangkan dalam membuat cetakan yang tepat dan baik, sehingga produk yang dihasilkan memenuhi standar mutu dari segi akurasi dimensi maupun pencetakan. Penentuan jenis konstruksi cetakan injeksi plastik sangat bergantung pada bentuk produk. Faktor ketersediaan mesin injeksi, kapasitas mesin injeksi, biaya, dan jenis bahan plastik yang digunakan juga berpengaruh. Faktor produk adalah faktor terbesar dalam menentukan konstruksi cetakan, karena pada tiap produk mempunyai karakteristik sendiri seperti *appearance*, dimensi, toleransi, letak undercut, bentuk geometri dan fungsi cetakan. Mutu produk dipengaruhi oleh kecepatan produksi yang bergantung pada desain sistem cetakan dan penentuan jumlah *cavity* (rongga cetak). Ketidaktepatan penentuan posisi saluran dan *cavity* sangat berpengaruh terhadap efektivitas cetakan yang menyebabkan aliran kurang baik dan area cetakan tidak maksimal, Kesesuaian bahan dan perlakuan panas berpengaruh terhadap ketahanan cetakan.

Cetakan plastik merupakan metode pembentukan plastik menjadi bentuk sesuai dengan cetakan seperti pada gambar 2.2.



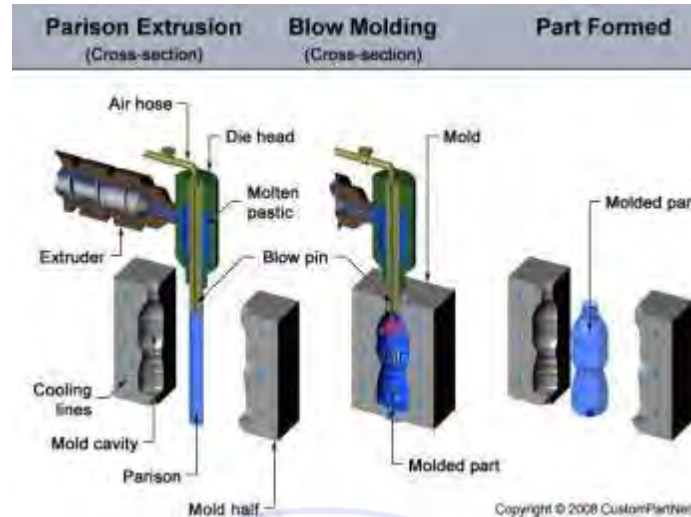
Gambar 2. 2. Cetakan atau *Mould* (Hadi, S. November, 2017)

Cetakan plastik sistem injeksi Satu teknik pada industri manufaktur yang digunakan untuk proses cetak bahan plastik adalah *injection molding* yang prinsip kerjanya dengan suntikan lelehan plastik ke dalam cetakan.

2.3 Desain Cetakan Injeksi

Injection molding menggunakan perubahan yang bergantung pada suhu pada sifat material untuk mendapatkan bentuk akhir dari bagian diskrit sampai akhir atau mendekati dimensi akhir melalui penggunaan cetakan. Dalam proses pembuatan jenis ini, bahan cair dipaksa untuk mengisi dan memadat di dalam rongga cetakan. Pertama, pembuatan model cetakan memerlukan model desain dan kotak yang mengandung.

Model desain mewakili produk jadi, sedangkan kotak yang mengandung mewakili keseluruhan volume komponen cetakan, seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3. Komponen yang digunakan pada desain *Blow Mold* (Mahajan 2019)

2.3.1 *Blow Molding*

Injection Blow Molding adalah proses pembentukan produk berbahan plastik dengan cara menginjeksikan terlebih dahulu bijih plastik yang akan diproses menjadi bakalan plastik (*preform*). Pada sistem injeksi terdiri dari komponen *injection* (pengisi) dan *blower* (peniup). Secara umum digunakan untuk profil produk dengan ukuran yang relatif kecil dan terdapat ulir mulut botol (Krismasurya 2015).

Berikut tahapan proses *injection blow molding*:

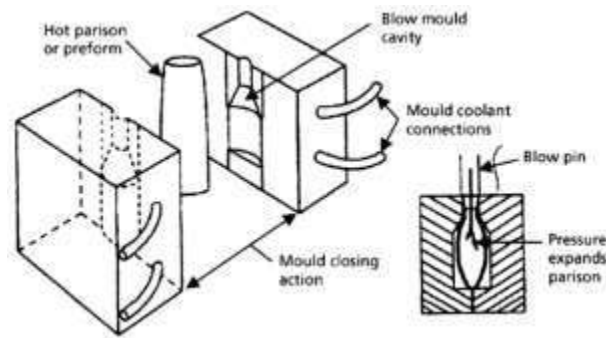
1. Bijih plastik dalam keadaan *melting* akan diinjeksikan ke dalam *cavity* dengan bentuk *preform*.
2. Kemudian plastik dipindahkan ke proses *blowing injection*.
3. Udara ditiupkan sehingga bakalan plastik (*preform*) dapat mengembang dan membentuk sesuai dengan bentuk profil dari *mold* (cetakan).
4. Cetakan terbuka untuk mengeluarkan produk.

2.3.2 Mekanisme Sistem Kerja *Blow Molding*

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh David Kazmer [9]. *Blow molding* merupakan suatu metode mencetak benda kerja atau produk berongga dengan cara meniupkan atau menginjeksikan udara dengan tekanan tertentu ke dalam suatu material. Pada umumnya material yang digunakan berupa plastik. Proses *blow molding* menggunakan cetakan yang terdiri dari dua belahan atau sisi cetakan (*mold*) yang tidak menggunakan inti (*core*) sehingga bentuk produk dari proses *blow molding* merupakan produk berongga.

Material plastik akan keluar dan secara perlahan akan turun dari sebuah *extruder head* kemudian setelah cukup panjang kedua belahan cetakan (*mold*) akan menjepit bakalan plastik tersebut hingga menyatu sedangkan bagian bawahnya akan dimasuki sebuah alat peniup (*blow pin*) yang berfungsi untuk menginjeksikan udara ke dalam material plastik yang masih lunak atau bakalan plastik (*preform*) tadi, sehingga bakalan plastik tersebut akan mengembang dan membentuk seperti bentuk profil rongga *mold* nya.

Material yang telah terbentuk akan mengeras dan bisa untuk dikeluarkan dari cetakan (*mold*) hal ini karena cetakan dilengkapi dengan saluran pendingin di dalam kedua sisi cetakan tersebut. Untuk memperlancar proses peniupan atau injeksi, pada proses ini dilengkapi dengan pisau pemotong pipa plastik yang dapat keluar dari *extruder head* yang berguna memotong bakalan plastik. Proses *blow molding* dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4. Proses *Blow Molding* (Lee, N. C. 2007)

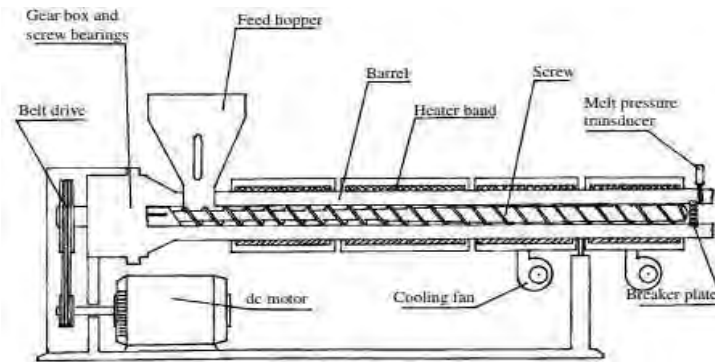
Berikut tahapan proses *blow molding* secara garis besar:

1. Peleburan resin (*plasticizing*).
2. Pembuatan *parison* dengan cara *extrusion* atau pembuatan *preform*
3. dengan cara *injection*.
4. Peniupan atau pemompaan dengan udara bertekanan pada *parison* atau
5. *preform* dengan diikuti proses pendinginan.
6. Pelepasan produk dari bagian cetakan (*mold*).
7. Pemangkasan (*finishing*) produk.

Ada beberapa bagian utama yang penting dalam *system blow molding machine* yaitu :

1. *The Extruder*

Extruder merupakan bagian penting pada *blow molding* yang fungsinya untuk memanaskan atau melelehkan resin yang berasal dari *hopper* yang selanjutnya setelah meleleh di ekstrusikan oleh *extruder* ke *Head* dan *die* unit untuk selanjutnya diproses menjadi *parison*, dapat dilihat pada gambar 2.5.



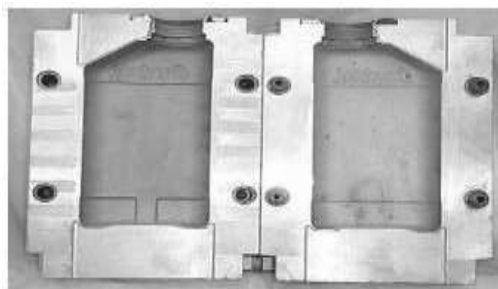
Gambar 2. 5. *Extruder* (Lee, N. C. 2007)

2. *Head dan die unit*

Fungsi *Head* dan *die* unit pada *blow molding* adalah untuk mempertahankan lelehan resin pada suhu konstan dan membentuk parison secara konsisten pada tingkat dan ketebalan dinding yang diinginkan. (Catatan: Tingkat dan ketebalan dinding dapat bervariasi karena parison sedang dibentuk.) Dalam kebanyakan *blow molding*, Ada dua jenis parison dies : *center-feed* dan *side-feed*.

3. *Mold Unit*

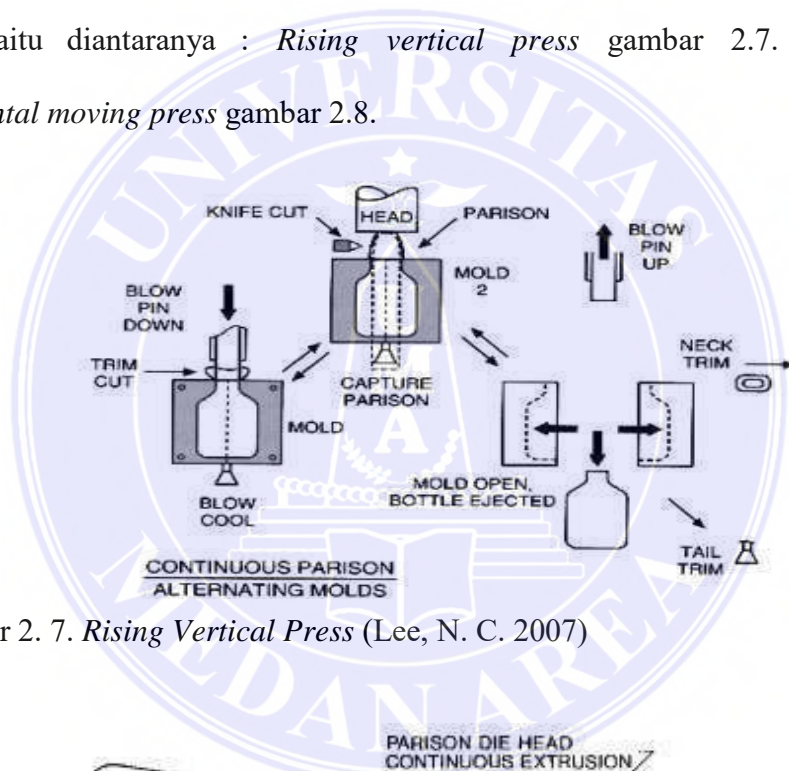
Mold unit merupakan bagian terpenting dalam mesin *injection blow molding* yang fungsinya untuk membentuk material plastik yang sudah dipanaskan untuk selanjutnya dialirkan udara dari kompresor oleh *injection tools* dan kemudian plastik panas tersebut akan mengikuti alur *mold* tersebut, seperti pada gambar 2.6 berikut.



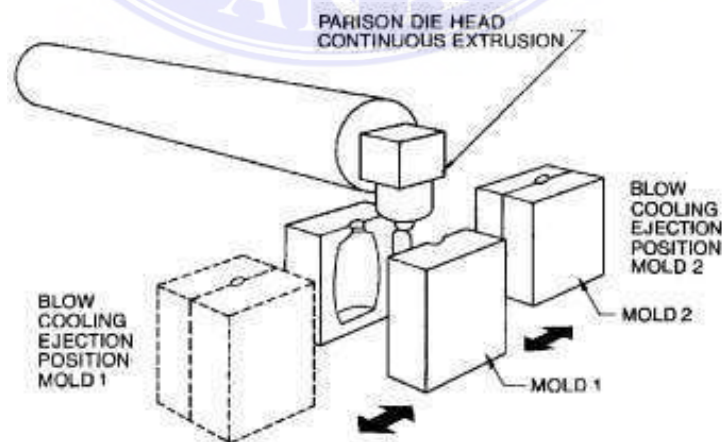
Gambar 2. 6. *Mold Cavities Castrol Oil* (Lee, N. C. 2007)

4. Clamping System

Clamping system merupakan bagian yang penting dalam *blow molding* yang fungsinya untuk menutup menjepit cetakan dan mengatur pergerakan *mold*. Bahkan pada cetakan besar, kekuatan penjepit yang dibutuhkan untuk memegang cetakan yang ditutup selama proses peniupanakan bergantung pada proyeksi luas permukaan bagian dan tekanan hembusan yang diperlukan. Tipe dari pergerakan *clamping system* pada saat menutup dan menjepit *mold* di bagi menjadi beberapa tipe yaitu diantaranya : *Rising vertical press* gambar 2.7. dan *sliding horizontal moving press* gambar 2.8.



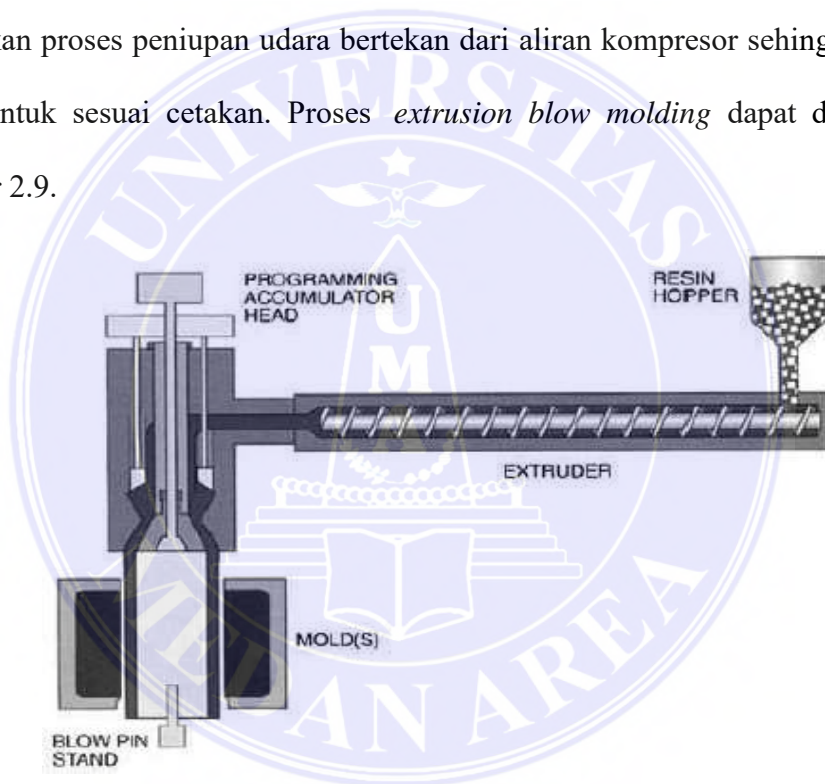
Gambar 2. 7. *Rising Vertical Press* (Lee, N. C. 2007)



Gambar 2. 8. *Sliding Horizontal Moving Press* (Lee, N. C. 2007)

2.3.3 *Extrusion Blow molding*

Proses *ekstrusion blow molding* adalah proses dimana material thermoplastic yang sudah dilelehkan didalam pemanas (*heater*) akan dikeluarkan ke dalam bentuk seperti pipa berongga yang disebut parison. Proses selanjutnya parison akan dimasukkan kedalam cetakan (*mold*), kemudian setelah parison dimasukkan kedalam cetakan lalu didorong oleh *screw* menuju *die head* untuk menghasilkan bentuk seperti pipa, yang kemudian ditangkap oleh cetakan dan dilakukan proses peniupan udara bertekanan dari aliran kompresor sehingga parison membentuk sesuai cetakan. Proses *extrusion blow molding* dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2. 9. Proses *Extrusion Blow Molding* (Belcher, S. L. 2007)

Kelebihan dari proses *extrusion blow molding* ini adalah pembentukan roggga yang natural, sesuai untuk kemasan dengan volume yang besar. Namun proses ini memiliki kekurangan diantaranya sulit mengatur ketebalan dinding produk, dan sulit mengontrol permukaan serta memiliki toleransi dimensi yang lebih besar (Lee, N. C. 2007).

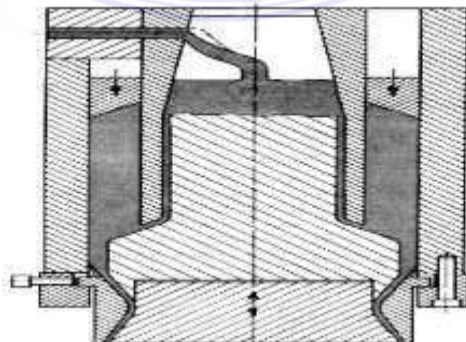
Seiring perkembangan zaman dan kemajuan teknologi metode proses *extrusion blow molding* dibagi menjadi 2 tipe yaitu : *Continuous Blow Molding* dan *Intermittent (Accumulator) method*.

1. *Continuous Blow Molding method*

Dalam metode *Continuous blow molding*, parison diekstrusi terus menerus dari *head or die* unit. Kemudian parison hasil dari ekstrusi dicekam oleh cetakan lalu dicubit oleh penjepit dan dipotong dibagian atas cetakan. Setelah dicubit selanjutnya parison tersebut akan ditiup melalui lubang dari sisi atas cetakan lalu parison akan mengikuti alur dari cetakan.

2. *Intermittent (Accumulator) method*

Dalam metode *Intermittent (Accumulator)* ini *extruder* akan berjalan terus menerus di dalam sebuah ruangan yang disebut akumulator, Selanjutnya Akumulator akan mengumpulkan dan menyimpan (mengakumulasi) volume besar dari lelehan plastik tersebut. Setelah lelehan plastik terakumulasi selanjutnya akan di keluarkan dari akumulator dan terbentuk kedalam bentuk *parison tube*, kemudian *parison tube* akan dimasukkan kedalam cetakan dan akan ditiup, Type akumulator dapat dilihat pada gambar 2.10.

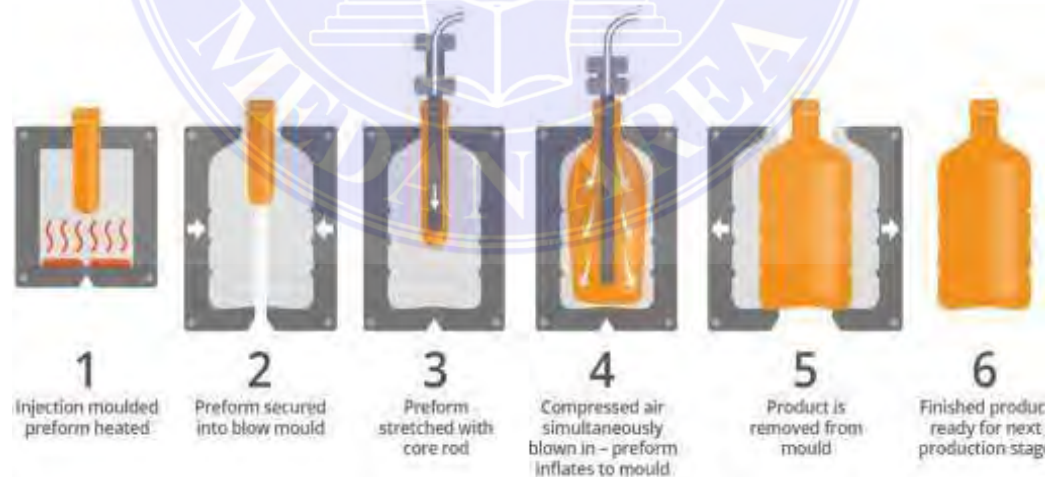


Gambar 2. 10. Tipe Akumulator (Lee, N. C. 2007)

Metode intermiten atau akumulator banyak digunakan untuk membuat industri besar bagian, mulai dari wadah sampah kota hingga rumah *blower* daun. Manfaat dari metode intermiten atau akumulator ini adalah memungkinkan tingkat pengiriman plastik panas dari kepala mati untuk menjadi independen dari tingkat pengiriman *extruder*. Ekstrusi resin ke ruang akumulator relatif lambat dibandingkan dengan tingkat ekstrusi parison oleh ram. Kapasitas akumulator menentukan ukuran maksimal bagian besar yang ditiupkan. Akumulator besar bisa menampung cukup plastik cair sekitar 150-lb (68-kg).

2.3.4 Stretch Blow Molding

Stretch blow molding adalah proses *industri blow molding* metode pembuatan kemasan plastik dengan cara di rentangkan (*stretch*) sampai tercapai ukuran yang diinginkan lalu ditiup dengan mempertimbangkan ketebalan plastik seperti pada gambar 2.11.



Gambar 2. 11. Proses *Stretch Blow Molding*

produk utamanya di terapkan pada botol *softdrink*. Bahan plastik yang sering digunakan dalam proses *Stretch blow molding* antara lain *polypropylene*

(PP), *polyvinyl chloride* (PVC), *polyethylene terephthalate* (PET), dan *polyacryonitrile* (PAN), dengan aplikasi paling umum untuk peregang *blow molding* yaitu menjadi botol soda yang terbuat dari PET bening atau berwarna seperti pada gambar 2.12 berikut.



Gambar 2. 12. PET Carbonated Beverage Bottles

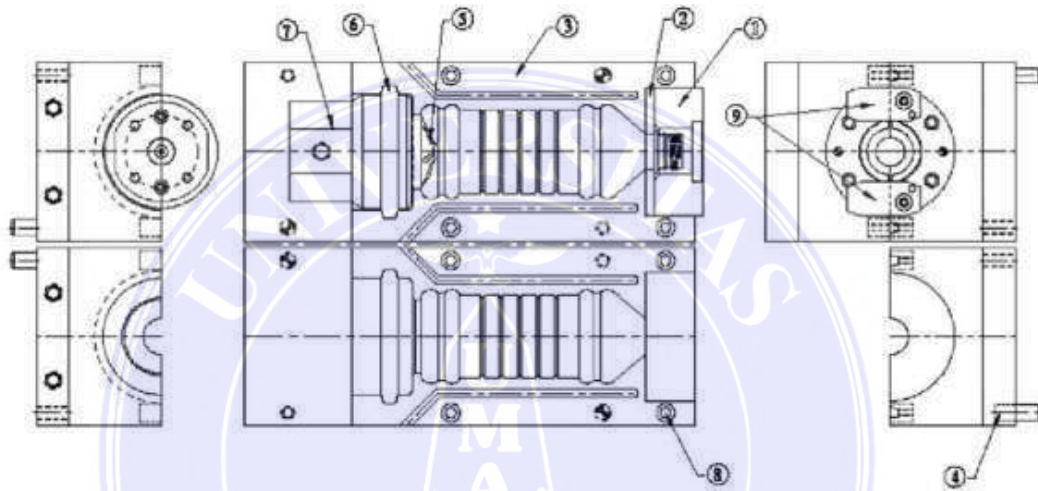
Stretch blow molding mengaplikasikan metode pembuatan kemasan plastik dari sebuah preform yang direntangkan dan ditiup sehingga membentuk sesuai bentuk terakhir yang diinginkan (Lee, N. C. 2007).

2.3.5 Perancangan Mold

Setelah konsep dan geometri botol sudah ditentukan selanjutnya fokus bergeser ke perancangan cetakan. Cetakan merupakan suatu alat yang digunakan untuk membuat komponen-komponen dari material plastik dengan mesin *blow molding*. Tahap ini sangat penting karena akan menentukan hasil akhir produk tersebut. Contoh hasil mold dapat dilihat pada gambar 2.13 dan bagian-bagian cetakan pada gambar 2.14.



Gambar 2. 13. *Mold Cavity* Dari *Blow Molding* (Brandau, O. 2016)

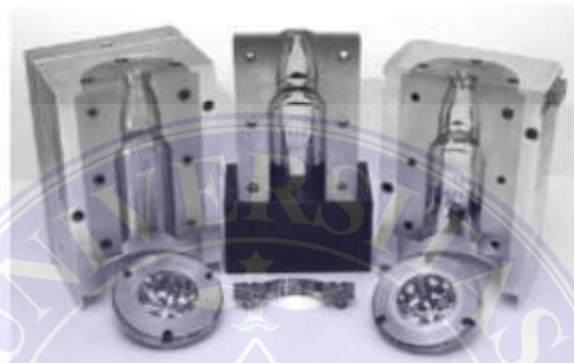


Gambar 2. 14. Bagian-bagian Cetakan dari *Blow Molding* (Brandau, O. 2016)

- Keterangan :
1. *Preform retainer insert*
 2. *S.S Insert*
 3. *Mold Body*
 4. *Back Plate*
 5. *Base Insert / push up*
 6. *Location ring*
 7. *Push up Holder*
 8. *Taper lock pins and bushing*
 9. *Guide finger*

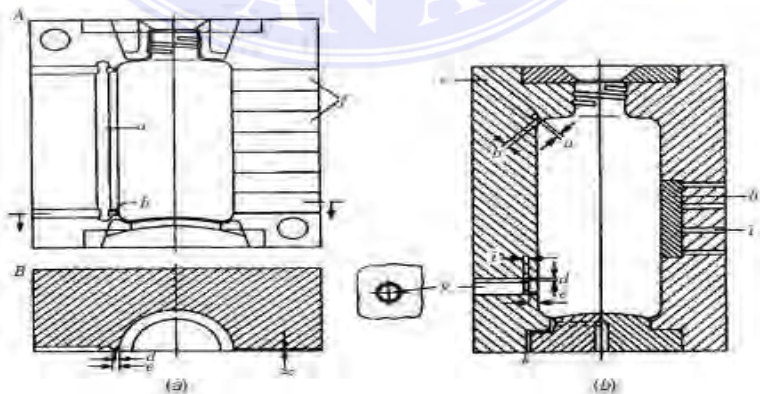
Ada beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam hal ini antara lain yaitu luas penampang, ketebalan produk, dimensi *mold*, serta tuntutan ukuran (toleransi) yang sesuai dan pemilihan material. Ada beberapa penentuan perancangan cetakan *blow molding* sebelum dilakukan, yaitu:

1. Material cetakan yang akan dirancang harus padat dan tidak mengalami cacat pada permukaan dalamnya, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.15 karena jika mengalami cacat dikhawatirkan pada saat proses pembuatan *mold* bagian dalam hasil produk yang dihasilkan mempunyai kualitas yang kurang baik.



Gambar 2. 15. Contoh *mold* yang tidak mengalami cacat di bagian dalam

2. *Mold* harus menggunakan ketebalan dinding yang sama/ simetris di seluruh bagian, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.16. Tebal dinding yang simetris akan meminimalisir penyusutan, bengkok, dan meningkatkan efisiensi proses saat pendinginan agar produk yang dihasilkan tidak mengalami cacat .

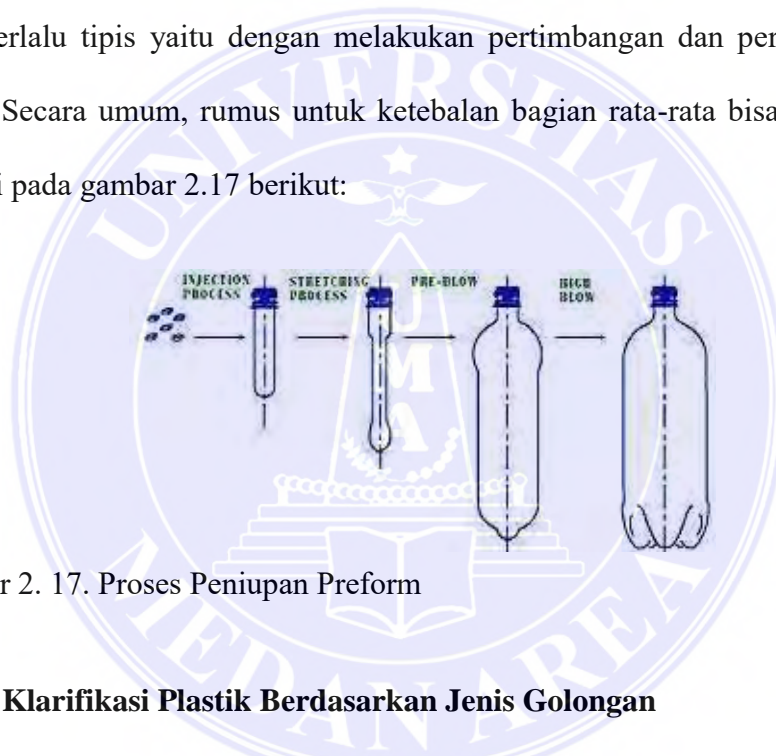


Gambar 2. 16. *Design Mold* yang mempunyai ketebalan dinding yang sama (Lee, N. C. 2007)

3. Bagian dalam *mold* harus mempunyai permukaan yang halus agar hasil produk dari cetakan yang di hasilkan mempunyai kualitas yang tinggi dan bermutu.

2.3.6 Part Thickness

Produk *blow-molded* harus dirancang sedemikian rupa agar produk yang dihasilkan baik, cara untuk meminimalkan area peregangan ekstrim agar produk tidak terlalu tipis yaitu dengan melakukan pertimbangan dan perhitungan yang tepat . Secara umum, rumus untuk ketebalan bagian rata-rata bisa diekspresikan sebagai pada gambar 2.17 berikut:

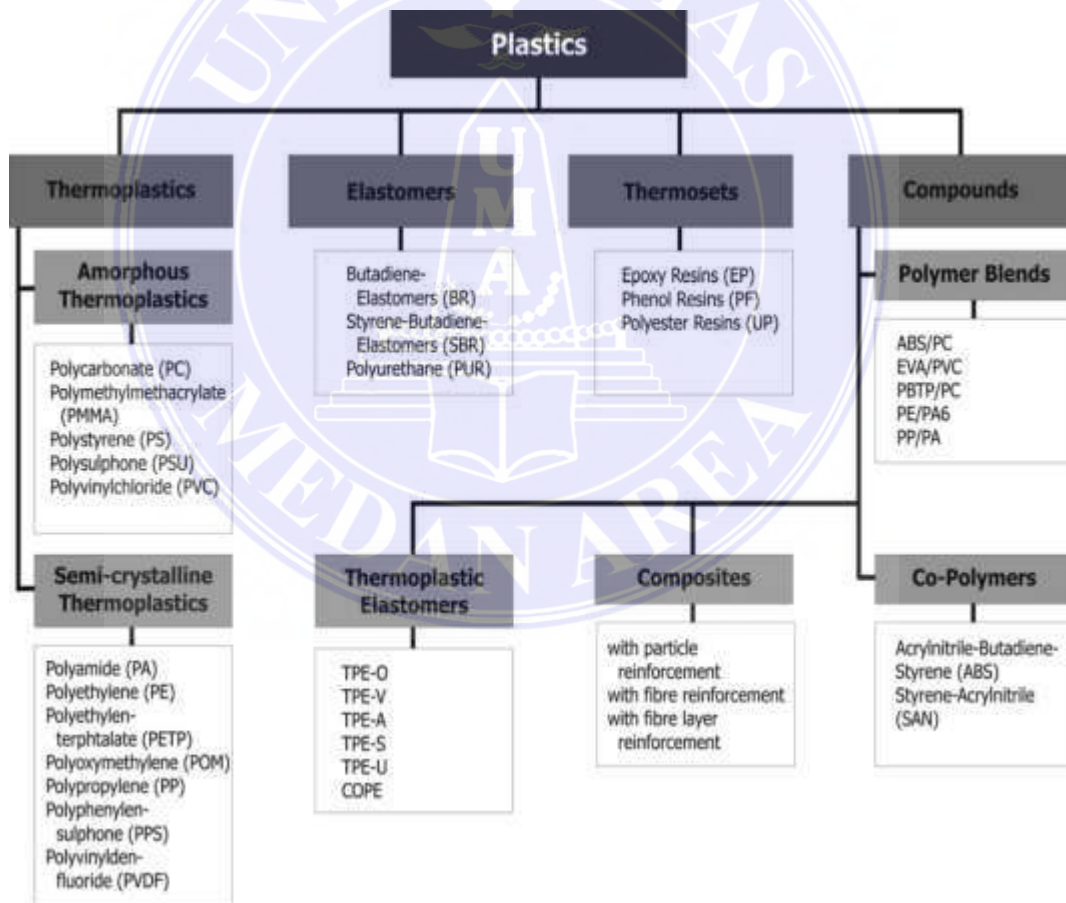


Gambar 2. 17. Proses Peniupan Preform

2.4 Klarifikasi Plastik Berdasarkan Jenis Golongan

Plastik merupakan jenis makromolekul yang dibentuk dengan proses polimerasi, proses polimerasi adalah proses penggabungan beberapa molekul sederhana (*monomer*) melalui proses kimia menjadi molekul besar (*makromolekul*). Dalam pembuatan plastik bahan yang sering digunakan adalah *naptha* , yaitu sejenis bahan yang dihasilkan dari residu penyulingan minyak bumi dan gas (Kumar 2011).

Plastik dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu *thermoplastic* dan *thermosetting*. *Thermoplastik* merupakan bahan plastik yang mudah mencair jika dipanaskan pada suhu tertentu dan dapat dibentuk kembali dengan metoder daur ulang atau dengan cara menggunakan cetakan, plastik jenis ini juga dimungkinkan untuk diproses kembali sebagai bahan daur ulang. *Thermosetting* merupakan jenis plastik yang dibuat dalam bentuk padatan, sehingga tidak dimungkinkan untuk dibentuk kembali dengan cara dicairkan atau tidak dapat didaur ulang (Surono, U. B. 2013). Klasifikasi plastik berdasarkan fungsi pokok dapat dilihat pada gambar 2.18 berikut.



Gambar 2. 18. Klasifikasi Plastik Berdasarkan Fungsi Pokok

2.4.1 Jenis *Thermoplastics*

Plastik jenis *thermoplastics* merupakan jenis plastik yang memiliki kemampuan untuk didaur ulang atau dicetak kembali dengan beberapa proses dan metode. Jenis plastik yang termasuk dalam golongan *thermoplast* adalah : PE, PET, PP, PS, ABS, SAN, nylon, BPT, Polycetal (POM), PC (Mujiarto, I. 2005).

1. *Polypropylene* (pp)

Polypropylene adalah jenis polimer kristalin yang dihasilkan dari proses polimerisasi gas propilena. Gas propilena memiliki *specific grafity* yang rendah dibandingkan dengan jenis plastik lain seperti yang pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. 1. Perbandingan *Specific Grafity* Material Thermoplastik (Mujiarto, I. 2005)

Resin	Specific Grafity
PP	0,89 - 0,90
LDPE	0,91 - 0,93
HDPE	0,93 – 0,96
ABS	0,99 – 1,10
Polistirena	1,05 – 1,08
Nylon	1,09 – 1,14
PVC	1,15 – 1,65
Polikarbonat	1,20
Asetil Selulosa	1,23 – 1,34

Polypropylene (PP) juga mempunyai titik leleh yang cukup tinggi (190-200°C), sedangkan titik kristalisasinya dikisaran 130-135°C. *Polypropylene* juga memiliki ketahanan terhadap bahan kimia yang cukup baik, namun lemah dalam menerima pukulan (*impact*), Temperatur leleh material thermoplastik dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut.

Tabel 2. 2. Temperatur Leleh Material Thermoplastik (Mujiarto, I. 2005)

Temperatur Leleh Material Thermoplastik		
Material	°C	°F
PVC	160 – 180	320 – 365
LDPE	160 – 240	320 – 464
ABS	180 – 240	356 – 464
PS	180 – 260	356 – 500
HDPE	200 – 280	392 – 536
PP	200 – 300	392 – 572
Nylon	260 – 290	500 – 554
PC	280 – 310	536 – 590

2. *Polyethylene Terephthalate* (PET)

PET adalah jenis plastik dari golongan *thermoplast* yang terbuat dari *glikol* (EG) dan *terephthalic acid* (TPA) atau *dimethyl ester* atau *terephthalic acid* (DMT). PET masuk dalam keluarga polyester yang memiliki daya serap uap air dan air yang rendah. PET dapat diproses dengan metode *extrusion* pada suhu sekitar 518-608°F, dan juga dapat diproses dengan metode *injection* maupun *blow molding*. Jenis plastik PET banyak digunakan diberbagai bidang diantaranya untuk botol kemasan makanan maupun produk rumah tangga.

2.5 Pemilihan Bahan *Mould*

Faktor utama pemilihan bahan cetakan terutama untuk *core* dan *cavity* meliputi:

1. Umur pakai cetakan diukur dari ketahanan pemenuhan jumlah produk,
2. Efisiensi proses dari pemberdayaan fasilitas dan potensi yang dapat

dimanfaatkan dalam menerapkan metode pengerjaan secara sederhana dan mampu memenuhi tuntutan waktu penyelesaian.

3. Nilai ekonomis yang diukur dari biaya yang dikeluarkan dalam pembuatan. Memenuhi kriteria tuntutan produksi, pemilihan bahan berdasarkan ketahanan pakai (tahan aus, tahan impact, tahan tekanan, tahan abrasif, dan keras pada temperatur operasi), karakteristik (kestabilan dimensi dan tahan panas), dan pengerjaan (mudah dikerjakan, mudah dibentuk, dan mudah diperbaiki). Bahan komponen cetakan plastik berdasarkan perhitungan desain ditentukan memakai bahan *machinery steel* ST 42 dan untuk *core plate* dan *cavity plate* berdasarkan desain serta tabel bahan paragon ditentukan memakai *cold work tool steel* SKD 11 (Hadi, S. November, 2017).

2.5.1 Aluminium

Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik dan sifat – sifat yang baik lainnya sebagai sifat logam memberikan juga sifat-sifat baik lainnya seperti ketahanan korosi, ketahanan aus, koefisien pemuaian rendah, seperti pada gambar 2.19.



Gambar 2. 19. Aluminium (P. Siahaan & Darmawan 2016)

Logam umumnya digunakan dalam industri karena memiliki beberapa keunggulan seperti kuat, mudah diolah, tidak mudah rusak dan memiliki unsur pakai yang cukup lama, selain itu, logam yang juga termasuk sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Salah satu logam yang digunakan adalah aluminium. Aluminium adalah logam yang tidak termasuk dalam jenis logam berat (P. Siahaan & Darmawan 2016).

Ciri – ciri Aluminium :

1. Aluminium merupakan logam yang berwarna perak- putih
2. Aluminium dapat dibentuk sesuai keinginan karena memiliki sifat plastisitas yang cukup tinggi
3. Merupakan unsur metalik yang paling berlimpah dalam kerak bumi setelah silium dan oksigen.

Aluminium juga merupakan logam yang reaktif sehingga mudah teroksidasi dengan oksigen dan akan membentuk lapisan aluminium oksida, alumina (Al_2O_3) dan akan membuatnya menjadi tahan korosi yang baik. Namun bila kadar Fe, Cu dan Ni ditambahkan ke Aluminium maka akan menurunkan sifat tahan korosi hal itu dikarenakan kadar aluminanya menurun. Pada penambahan Mg, Mn tidak akan mempengaruhi sifat tahan korosinya.

Aluminium bersifat ulet, mudah di *machining* dan mudah dibentuk menjadi berbagai macam produk dengan kekuatan tarik untuk aluminium murni sekitar $4\sim 5 \text{ kgf/mm}^2$. Bila diproses penguatan regangan seperti dirol dingin kekuatan bisa mencapai $\pm 15 \text{ kgf/mm}^2$, dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut.

Tabel 2. 3. Sifat Fisik Aluminium (Majanasatra 2016)

Sifat Fisik Aluminium	
Nama – Nomor Unsur	Aluminium (<i>Al-13I</i>)
Massa Jenis (cair)	2.375 gram/cm ³
Massa Jenis (padat)	2,70 gram/cm ³
Titik Didih	2792 K, 2519°C, 4566°F
Titik Lebur	933,47 K, 660,32°C, 1220,58°F
Kalor Jenis (25°C)	24,2 J/mol K
Konduktivitas Thermal (300K)	237 W/m K
Pemuaian Thermal (25°C)	23,1 μm/m K
Resistansi Listrik (20°C)	28,2 nΩm
Modulus Geser	26 GPa
<i>Yield Strength</i>	70 GPa
Poisson Ratio	0,35
Kekeraasan Skala Mohs	2,75
Kekerasan Skala Vickers	167 MPa = 1.7034×10^{-8} kgf/mm ²
Kekerasan Skala Brinnel	245 MPa = 2.499×10^{-8} kgf/mm ²
1 mPa = 1.02×10^{-10} kgf/mm ²	

Aluminium dapat dipadukan dengan bahan lain, menurut *Standart Aluminium Association* (AA) jenis paduan aluminium dapat dibagi menjadi tujuh jenis, yaitu sebagai berikut :

1. Alumium murni

Jenis aluminium dengan kadar kemurnian antara 99,0% - 99,9%. Memiliki sifat tahan karat, konduksi thermal dan listrik yang baik. Namun kekuatannya rendah.

2. Aluminium paduan Tembaga (Al – Cu)

Jenis aluminium yang dipadukan dengan tembaga sebesar 4,5%. Bersifat seperti baja lunak dengan kekuatan yang cukup baik, mudah dikerjakan dengan

mesin. Namun daya tahan terhadap korosinya rendah. Contoh *duralumin* (2017) dan super *duralumin* (2024).

3. Aluminium paduan Mangan (Al – Mn)

Jenis aluminium paduan yang dalam proses pembuatannya tanpa (tidak dapat) melalui perlakuan panas. Bersifat tahan terhadap korosi dan kekuatan yang baik. Biasa digunakan pada industri bahan kimia dan pangan.

4. Aluminium paduan Silicon (Al – Si)

Jenis aluminium paduan yang dapat diproses dengan perlakuan panas. Paduan yang terkandung adalah 8% - 12% Si. Sehingga memiliki sifat yang baik dalam proses pengecoran dikarenakan pada keadaan cair memiliki sifat mampu alir yang baik sehingga kecil kemungkinan terjadi retakan dan mudah untuk dicetak serta mampu dalam menghadapi korosi. Aluminium paduan silicon sering digunakan sebagai bahan logam las maupun cor tempa.

5. Aluminium paduan Magnesium (AL – Mg)

Jenis aluminium dengan kadar paduan sekitar 4% - 10% magnesium yang mengakibatkan paduan ini memiliki sifat yang sulit untuk diproses dengan perlakuan panas dan lebih sulit untuk dituang tetapi memiliki daya tahan terhadap korosi yang sangat baik. Jenis paduan ini banyak digunakan untuk konstruksi umum, tabung penyimpan gas serta oksigen.

6. Aluminium paduan Magnesium dan Silicon (Al – Mg – Si)

Jenis paduan dengan kadar 7-9% Si dan 0,3-1,7% Mg yang mengakibatkan aluminium memiliki sifat kuat terhadap korosi dan juga sebagai penghantar listrik yang baik. Namun sifat yang kurang baik adalah mudah terjadinya pelunakan di daerah las dikarenakan panas dari proses pengelasan.

7. Aluminium paduan Seng (Al – Zn)

Jenis paduan aluminium yang dapat diproses dengan perlakuan panas. Biasanya paduan ini ditambahkan juga dengan unsur Mg, Cu, dan Cr. Sehingga mengakibatkan kekuatan tariknya bisa lebih dari 50 kg/mm² dan sering dinamakan dengan ultra duralumin. Jenis paduan ini sering digunakan dalam konstruksi las, karena memiliki sifat mampu las dan daya tahan terhadap korosi yang baik.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di CV. Star Umroh Engineering yang berada di Jalan Menteng VII Gg. Wakaf Ujung, Kec. Medan Denai, Kota Medan, Sumatera Utara.

3.1.2 Waktu

Penelitian ini dilakukan sejak pengelola prodi menyetujui proposal hingga dinyatakan selesai, yang dimaksudkan dalam kurun waktu tertentu. tabel 3.1 jadwal kegiatan penelitian di bawah ini menunjukkan jadwal kegiatan penelitian.

Tabel 3. 1. Jadwal Kegiatan Penelitian

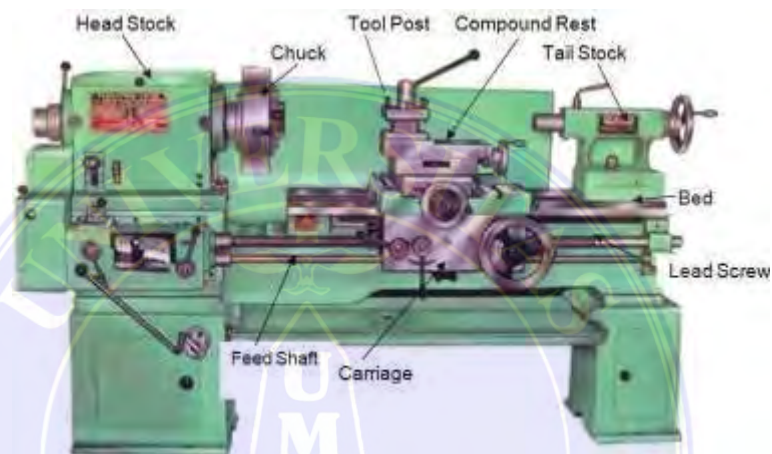
Aktifitas	2022				2023						
	Juni	Juli	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mei	Agu
	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234
Pengajuan Judul	■										
Penulisan Proposal		■	■								
Seminar Proposal				■							
Proses Penelitian					■	■					
Pengolahan data							■				
Penyelesaian Laporan								■	■		
Seminar Hasil										■	
Sidang Sarjana											■

3.2 Peralatan Dan Bahan

3.2.1 Peralatan

1. Mesin Bubut

Mesin bubut adalah peralatan yang berputar sambil memotong apa pun yang digenggam. Desain mesin bubut digambarkan pada gambar 3.1 di bawah ini:



Gambar 3. 1. Kontruksi Mesin Bubut

2. Mesin Bor

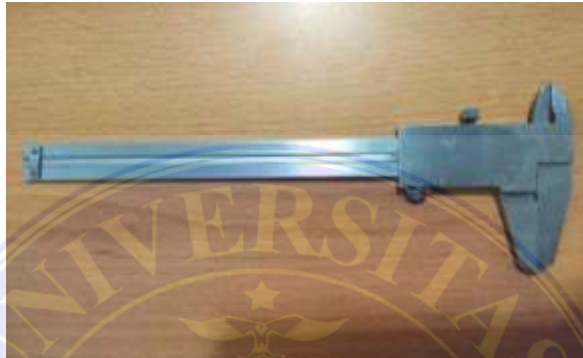
Mesin gerinda di gunakan untuk membuat lubang bahan dudukan baut rangka dan sebagainya. Bentuk mesin gerinda yang digunakan diperlihatkan seperti pada gambar 3.2 dibawah ini :



Gambar 3. 2. Mesin Bor

3. Jangka Sorong

Alat yang digunakan untuk mengukur kebutuhan benda kerja yang akan dikerjakan atau digunakan oleh alat ini disebut dengan istilah jangka sorong. Bentuk jangka sorong dapat dilihat pada Gambar 3.3 di bawah ini.



Gambar 3. 3. Jangka Sorong

4. Kunci Set (*hand tool*)

Kunci set adalah alat atau perkakas yang penggunaannya masih dengan tenaga manusia. Misalnya : penguncian atau pengendoran baut dan mur, serta kegunaan lainnya, dapat dilihat pada gambar 3.4 berikut.



Gambar 3. 4. Kunci Set (*hand tool*)

5. Gerinda

Untuk memotong bahan bahan yang akan dibentuk. Gerinda duduk dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3. 5. Gerinda Duduk

6. Mesin *Injection Molding*

Mesin injection molding yang digunakan dalam penelitian ini bisa dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3. 6. Mesin *Injection Molding*

3.2.2 Bahan

Bahan yang dipakai dalam pembuatan cetakan botol pada mesin injection molding ini yaitu :

1. Aluminium Batangan

Bahan utama pembuatan cetakan botol pada mesin *injection molding* ini bisa dilihat pada gambar 3.7 berikut.



Gambar 3. 7. Aluminium Batangan

2. Baut

Untuk menyatukan komponen cetakan dan juga untuk menyatukan cetakan pada mesin menggunakan baut 1 ukuran 3mm, bisa dilihat pada gambar 3.8 berikut.



Gambar 3. 8. Baut 1 3mm

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan menggunakan survei dan pengumpulan data atau kelapangan pada subjek penelitian sebagai metode penelitiannya, setelah data selesai dikumpulkan, maka akan dapat disimpulkan langkah selanjutnya dalam pembuatan alat uji.

3.4 Populasi Dan Sampel

Pada penelitian ini populasi yang dibahas yaitu sebuah cetakan yang akan diterapkan pada mesin injection molding, dengan batasan sampel yang akan digunakan dalam proses penelitian yaitu dengan material aluminium yang digunakan dalam pembuatan cetakan. Dengan bahan pengujian yaitu biji plastik yang didapatkan dari limbah sampah yang telah di proses dan dicacah.

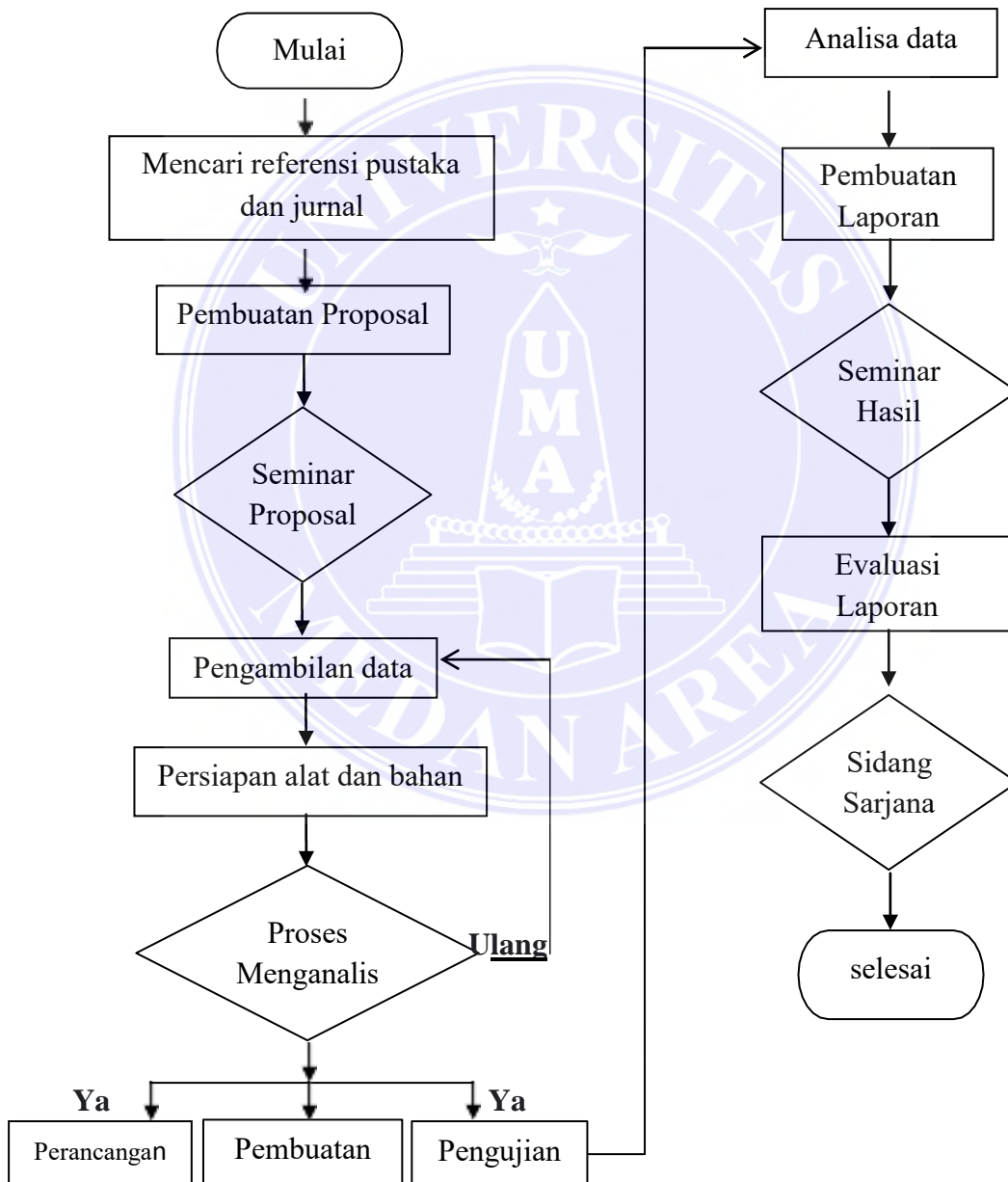
3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi :

1. Mencari informasi dari buku dan jurnal sebagai pembelajaran literatur dan melakukan diskusi dengan pembimbing.
2. Persiapan alat dan bahan memilih dan mencari bahan apa saja yang digunakan dan membelinya.
3. Melakukan pembuatan cetakan botol 30ml pada mesin injection molding.
4. Menganalisa hasil pembuatan melakukan pembahasan dan kesimpulan.

3.5.1 Diagram Alir Penelitian

Gambar utama yang berfungsi sebagai panduan untuk bertindak adalah diagram alir. *Flowchart* diperlukan untuk membantu implementasi proses desain, seperti halnya dalam desain dan penelitian. Diagram alir proses perancangan cetakan botol 30ml menggunakan mesin *injection molding* dapat diringkas seperti pada gambar 3.9 berikut.



Gambar 3. 9. Diagram Alir Penelitian

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

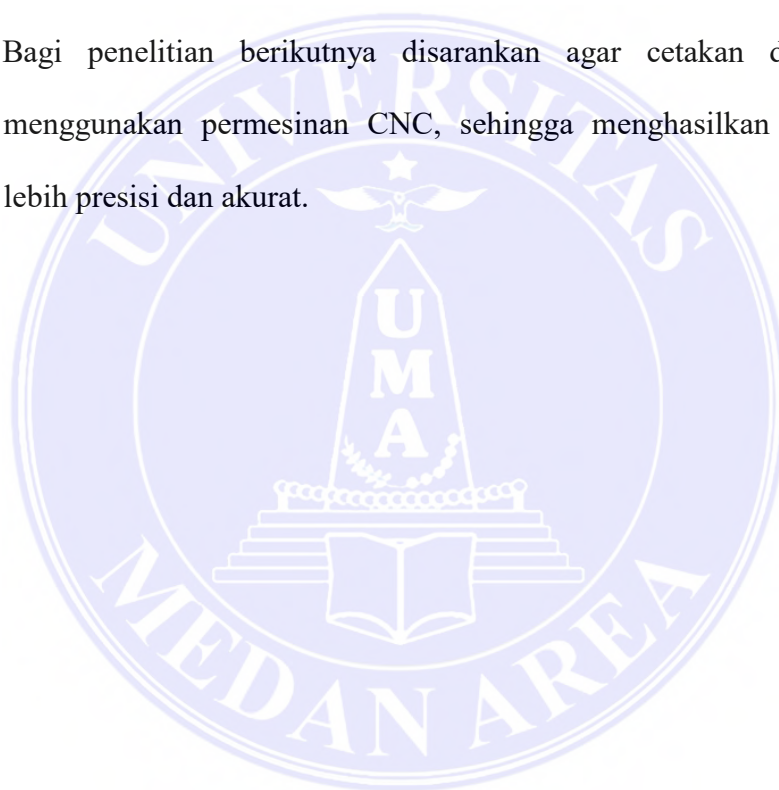
Adapun kesimpulan yang bisa diambil dari hasil pembuatan cetakan botol 30ml ini, antara lain sebagai berikut:

1. Rongga cetakan dan produk jadi dalam cetakan *injection molding* pada dasarnya adalah hasil dari prosedur kerja yang baik. Perhitungan ukuran yang menyebabkan terciptanya cetakan botol 30 ml ini adalah sebagai berikut:
 - a. Barang jadi = botol 30 ml
 - b. Volume barang: 30 cm.
 - c. Dimensi cetakan adalah 105 x 40 mm.
 - d. Ukuran saluran masuk 9 mm
 - e. Ukuran saluran pembuangan: 2 mm
 - f. Sistem cetakan = *Three Plate*
 - g. Bahan cetakan adalah aluminium 7075.
2. Bahan *High Density Polyethylene* (HDPE) berhasil dicetak dengan baik dan optimal dengan parameter kecepatan injeksi 8 Rpm dan temperatur 190°C.
3. Penyusutan produk yang terbuat dari bahan plastik HDPE yaitu 0,8%

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini :

1. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat menambahkan desain tekanan injection pada sistem penekanan dengan menggunakan *screw* agar material yang ada di dalam barrel dapat meleleh secara merata dan memiliki tekanan yang cukup terhadap cetakan untuk hasil akhir yang lebih sempurna.
2. Bagi penelitian berikutnya disarankan agar cetakan dibuat dengan menggunakan permesinan CNC, sehingga menghasilkan cetakan yang lebih presisi dan akurat.



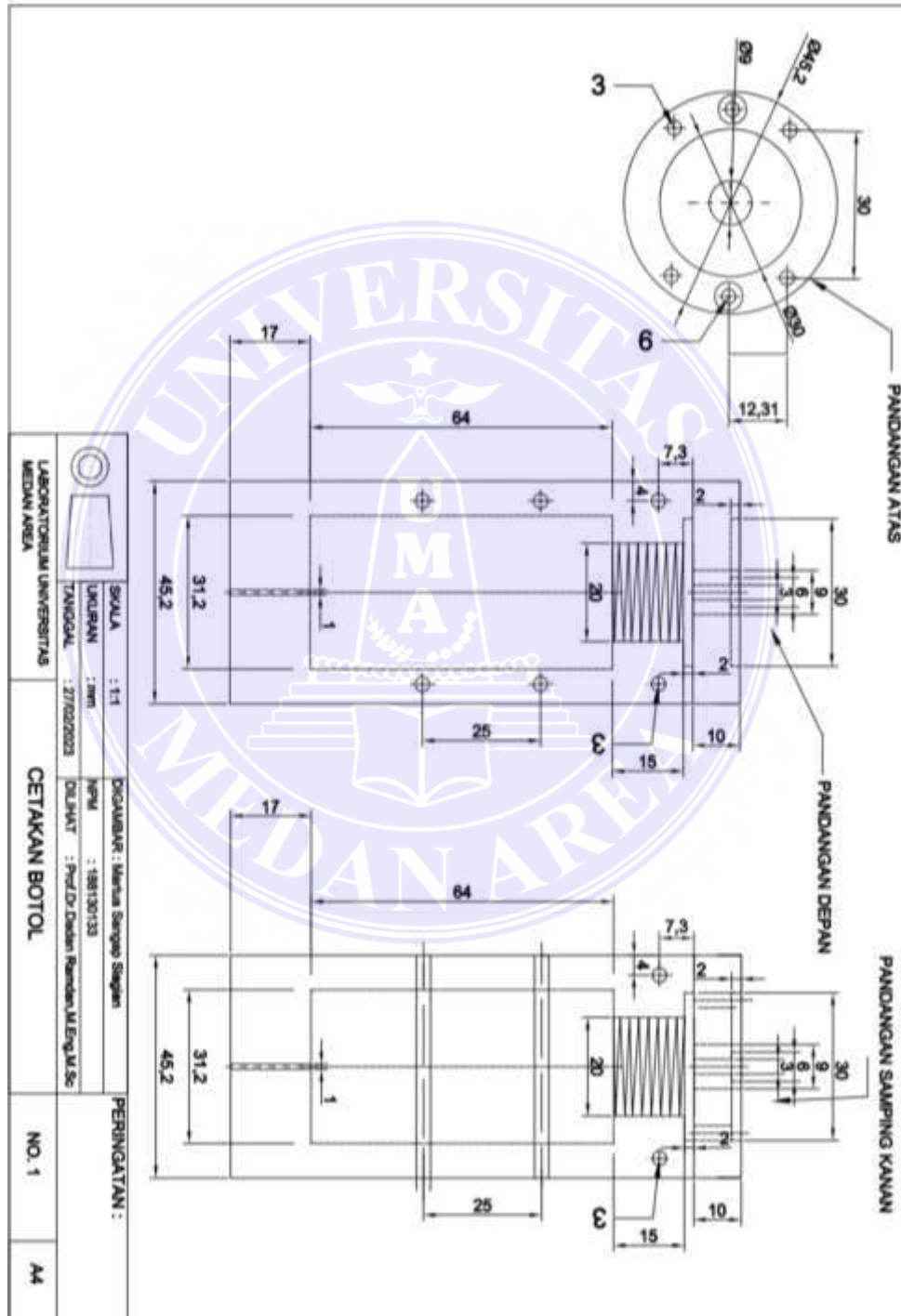
DAFTAR PUSTAKA

- Andrady, A. L. (Ed.). (2003). *Plastics and the Environment*. John Wiley & Sons.
- Belcher, S. L. (2007). *Practical guide to injection blow molding* (Vol. 71). CRC Press.
- Brandau, O. (2016). *Stretch blow molding*. William Andrew.
- Hadi, S. November. (2017). Desain Dan Pembuatan Cetakan Plastik Sepatu Kaki Kursi Sisipan Pelat. In *Seminar Nasional Teknologi Terapan (MESIN)* (Vol. 1, No. 01).
- Harper, C. A. (2006). *Handbook of plastic processes* (pp. 18-19). Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons.
- Irawan, D. (2018). *Pembuatan Cetakan Tekan Untuk Komponen Aksesoris Sepeda Motor Berbahan Plastik Untuk Penggunaan Mesin Cetak Injeksi* (Doctoral dissertation).
- Ikhsan, S. N., Budiyanoro, C., Suwanda, T., & Nugroho, A. (2018). Perancangan Injection Blowing Tools dengan Line Slider untuk Mesin Blow Molding dengan Kapasitas Volume 300 Ml. *JMPM (Jurnal Material dan Proses Manufaktur)*, 2(1), 43-55.
- Kazmer, D. (1992). Simulation of the blow molding and thermoforming processes. In *The International Industrial Engineering Conference*. Chicago. IL (pp. 269-275).
- Krismasurya, P. A., Setyanto, N. W., & Tantrika, C. F. M. (2015). Pendekatan Six Sigma Untuk Mengurangi Defect Pada Proses Pembuatan Botol Plastik di Mesin Blow Molding ASB 2000 ml. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, 3(1), 132378.
- Kumar, S., Panda, A. K., & Singh, R. K. (2011). A review on tertiary recycling of high-density polyethylene to fuel. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(11), 893-910.
- KS, R. P., Siahaan, E., & Darmawan, S. (2016). Pengaruh Unsur Silikon Pada Aluminium Alloy (Al-Si) Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro. *POROS*, 14(1), 49-56.
- Lee, N. C. (2007). *Understanding blow molding*. Hanser.
- Mahajan, M. H., & Lonare, G. M. (2019). Bottle Blow Molding. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 6, 12.
- Majanasastra, R. B. S. (2016). Analisis sifat mekanik dan struktur mikro hasil proses hydroforming pada material tembaga (Cu) C84800 dan aluminium Al 6063. *Jurnal ilmiah teknik mesin*, 4(2), 15-30.
- Mujiarto, I. (2005). Sifat dan karakteristik material plastik dan bahan aditif. *Traksi*, 3(2), 65.
- Permana, H., Topan, T., & Anwar, S. (2021). Produksi Proses Komponen Plastik Flip Flop Dengan Mesin Injeksi Molding Type Hidrolik. *Baut dan Manufaktur*, 3(02), 8-17.
- Raharjo, S., Abdillah, F., & Wanto, Y. (2011). Analisa pengaruh pengecoran ulang terhadap sifat mekanik paduan aluminium adc 12. *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 1(1).
- Ruslan, R., & Rosady Ruslan SH, M. M. (2018). *Metode penelitian public relation dan komunikasi*. Rajawali Press.
- R. Ahvenainen, 2003. *Modern Plastics Handbook*. Woodhead Publishing Limited. 1:4.
- Surono, U. B. (2013). Berbagai metode konversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak. *Jurnal Teknik*, 3(1), 32-40.

LAMPIRAN

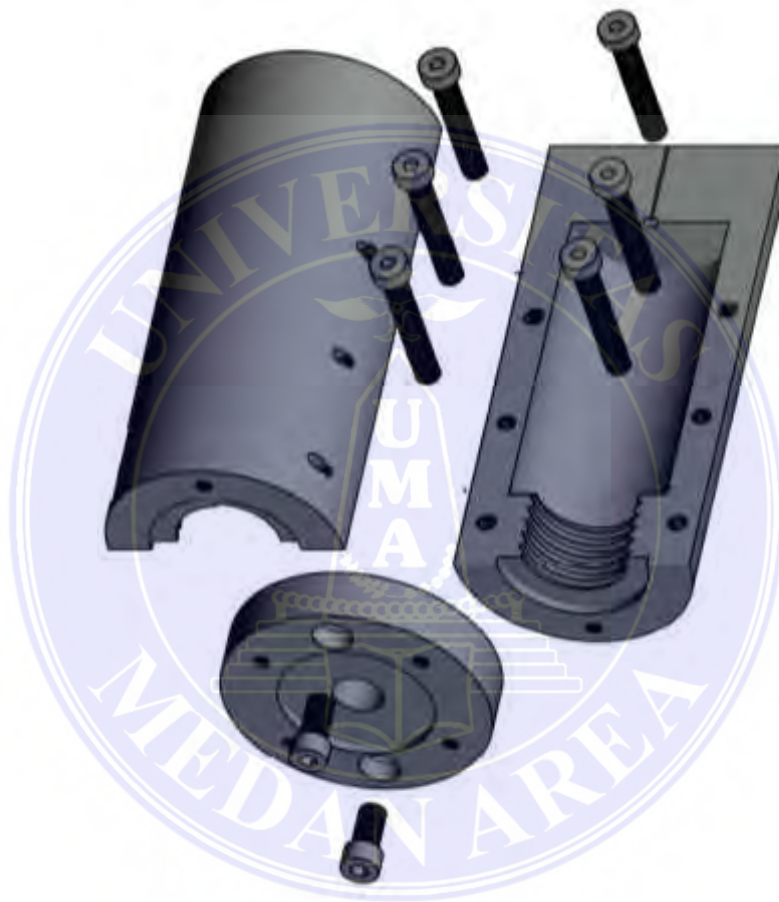
Lampiran 1:

Gambar 2D Cetakan Botol Berukuran 30ml



Lampiran 2:

Gambar 3D Cetakan Botol Berukuran 30ml Dengan Posisi Terbuka



Lampiran 3:

Gambar 3D Cetakan Botol Berukuran 30ml Dengan Posisi Terpasang/Tertutup

